



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 27 719 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
E 21 B 47/12
// F16L 55/02

②1 Aktenzeichen: 196 27 719.1
②2 Anmeldetag: 10. 7. 96
④3 Offenlegungstag: 15. 1. 98

DE 196 27 719 A 1

⑦1 Anmelder:

BecField Drilling Services GmbH, 31234 Edemissen,
DE

⑦4 Vertreter:

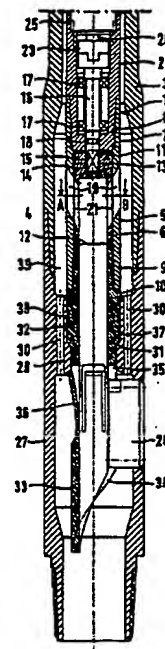
L. Haar und Kollegen, 61231 Bad Nauheim

⑦2 Erfinder:

Winnacker, Helmut, 31303 Burgdorf, DE

⑤4 Bohrlochmeßgerät mit einer Einrichtung zum Übertragen von Bohrlochmeßdaten

⑤7 Bei einem Bohrlochmeßgerät (1) mit einer Einrichtung zum Übertragen von in einem Bohrloch beim Bohren gewonnener Meßdaten durch die Bohrspülung nach Übertragung ist im unteren Ende des Gehäuses (2) ein Signalgeber (4) angeordnet mit einem Stator, der von einer zylindrischen, an ihrem unteren Ende offenen Statorhülse (5) gebildet wird, und einem Rotor, der von einer in der Bohrung der Statorhülse (5) und koaxial zu dieser angeordneten und an ihrem unteren Ende offenen, zylindrischen Rotorhülse (6) gebildet wird. Die Statorhülse (5) und die Rotorhülse (6) weisen jeweils wenigstens ein Paar diametral angeordneter, sich in Längsrichtung erstreckender Schlitze auf, die den Durchgang (19) bzw. die Öffnung (21) für die Bohrspülung bilden und durch die in der Durchgangsstellung die auf der Außenseite der Statorhülse (5) zugeführte Bohrspülung in die Bohrung der Rotorhülse (6) strömen und diese durch die offenen Enden von Rotorhülse (6) und Statorhülse (5) nach unten verlassen kann.



DE 196 27 719 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bohrlochmeßgerät mit einer Einrichtung zum Übertragen von in einem Bohrloch beim Bohren gewonnener Meßdaten durch die Bohrspülung nach übertage, mit einem langgestreckten Gehäuse, das durch das Innere eines Bohrstrangs bis zu einem vorbestimmten Ort absenkbar, dort in einer definierten Winkelposition fixierbar und wieder aus dem Bohrstrang herausziehbar ist, einem in dem Gehäuse angeordneten, hydromechanischen Signalgeber mit einem gehäusefesten Stator, der wenigstens einen Durchgang aufweist, durch den Bohrspülung von einer stromaufwärts liegenden Seite des Stators zu einer stromabwärts liegenden Seite geleitet wird, und einem in dem Gehäuse um dessen Längsachse drehbar gelagerten, dem Stator benachbarten Rotor, der wenigstens eine mit dem Durchgang im Stator korrespondierende, durchgehende Öffnung hat und der entweder in eine Durchgangsstellung, in der die Bohrspülung den Durchgang und die mit diesem fluchtende Öffnung passieren kann, oder in eine Drosselstellung drehbar ist, in der ein geschlossener Abschnitt des Rotors den Durchfluß durch den Durchgang im Stator drosselt, und einem Motor, durch den der Rotor nach Maßgabe von die zu übertragenden Meßdaten bezeichnenden Signalen in gesteuerten Intervallen wiederholt von der Durchgangsstellung in die Drosselstellung und von dieser wieder in die Durchgangsstellung bewegbar ist, um in der Bohrspülung eine kodierte Serie von positiven Druckimpulsen zu erzeugen, die den Signalen entsprechen.

Geräte der angegebenen Art werden vor allem in der Richtbohrtechnik eingesetzt, um während des Bohrens von Meßgeräten im Bohrstrang ermittelte Meßdaten nach übertage zu übertragen und anhand dieser Meßdaten den Bohrfortgang und die Bohrrichtung in dem gewünschten Maße beeinflussen zu können.

Bei einem aus der DE 41 26 249 A1 bekannten Gerät der eingangs genannten Art ist der hydromechanische Signalgeber im oberen Ende des Gehäuses angeordnet. Der Stator des Signalgebers weist beiderseits eines scheibenförmigen Rotors parallel zur Gehäuseachse verlaufende zylindrische Bohrungen auf, die die Durchgänge für die Bohrspülung bilden. Stromab des Rotors münden die Bohrungen in radial nach außen geneigte und in der Mantelfläche des Gehäuses austretende Auslaßbohrungen. Das bekannte Gerät hat sich in der Praxis bewährt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die von der Bohrspülung mitgeführten Feststoffpartikel unter dem Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit und der durch die erforderliche Neigung der Auslaßbohrungen bedingten Änderung der Strömungsrichtung zu Auswaschungen in den Bohrungen führen, die die Standzeit des Stators begrenzen. Ein weiterer Nachteil des bekannten Geräts ist darin zu sehen, daß der für eine ausreichende Amplitude der Druckimpulse erforderliche Querschnitt der Durchlässe im Stator und der Öffnungen im Rotor den erreichbaren Außendurchmesser des Gehäuses nach unten begrenzt und einer angestrebten noch weitergehenden Verringerung des Außendurchmessers des Gehäuses entgegensteht. Ein weiteres Problem beruhte bei dem bekannten Gerät darauf, daß die Gesamtlänge der Meßsonde je nach Zahl und Art der miteinander gekuppelten Meßgeräte variiert. Da eine Fixierung der Meßsonde im Bohrstrang jeweils an ihrem unteren Ende erfolgt, ergeben sich somit für unterschiedliche Gesamtlängen der Meßsonde unterschiedliche Positionen des am oberen Sondenende angeordneten Signalgebers.

Dies macht jeweils eine Anpassung der Lage des den Signalgeber umgebenden Bypassrings im Bohrstrang erforderlich und bedeutet einen zusätzlichen Rüstaufwand.

Es ist weiterhin aus der US 33 09 656 ein Gerät zur Bohrlochmessung beim Bohren und zur Übertragung der Meßdaten durch Erzeugung von kontinuierlichen, in ihrer Frequenz modulierten Schallwellen, die von der Bohrspülung übertragen werden, bekannt. Dieses bekannte Gerät ist fest in den Bohrstrang eingebaut und weist an seinem oberen Ende einen die Schallwellen erzeugenden Signalgeber auf, der aus einer mit Längsschlitz versehenen Statorhülse und einem in der Statorhülse drehbar angeordneten Rotor besteht, wobei der Rotor in seiner Mantelfläche nach oben offene Längsnuten aufweist, deren untere Enden in einer Durchgangsstellung den Längsschlitz gegenüberliegen, so daß die von oben in die Längsnuten des Rotors eindringende Bohrspülung am unteren Ende der Längsnuten durch die Längsschlitz des Stators austreten kann. Während der Drehung des Rotors werden die Längsnuten durch die zwischen den Längsschlitz befindlichen Wandabschnitte des Stators periodisch verschlossen, wodurch je nach Drehgeschwindigkeit des Rotors Schallwellen unterschiedlicher Frequenz erzeugt werden. Auch bei diesem bekannten Signalgeber ist für eine ausreichende Intensität des erzeugten Signals ein bestimmter Volumendurchsatz durch den Signalgeber erforderlich, der den Gesamtquerschnitt der Längsnuten im Rotor und damit den Durchmesser des Rotors nach unten begrenzt. Durch die Umlenkung der Strömungsrichtung der Bohrspülung am unteren Ende der Längsnuten kommt es auch hier zu Auswaschungen, die für die Standzeit des Rotors von Nachteil sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bohrlochmeßgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, das sich durch einen kleinen Außendurchmesser des Gehäuses und einen im Vergleich zu diesem großen Volumendurchsatz des Signalgebers auszeichnet. Weiterhin ist Aufgabe der Erfindung, durch geeignete Gestaltung der Strömungswege, Abrasionen und Auswaschungen zu vermeiden und dadurch die Standzeit vor allem der Bauelemente des Signalgebers zu erhöhen. Schließlich soll mit der Erfindung erreicht werden, daß Anpassungen des Bohrstrangs an unterschiedliche Baulängen des Gehäuses nicht erforderlich sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Signalgeber im unteren Ende des Gehäuses angeordnet ist, wobei der Stator von einer zylindrischen Statorhülse und der Rotor von einer in der Bohrung der Statorhülse und coaxial zu dieser angeordneten zylindrischen Rotorhülse gebildet wird und die Statorhülse und die Rotorhülse jeweils wenigstens ein Paar diametral angeordneter, sich in Längsrichtung erstreckender Schlitz aufweisen, die den Durchgang bzw. die Öffnung bilden, und durch die in der Durchgangsstellung die auf der Außenseite der Statorhülse zugeführte Bohrspülung in die Bohrung der nach unten offenen Rotorhülse strömen kann.

Bei dem Meßgerät nach der Erfindung werden die den Schaltquerschnitt bildenden Durchgänge im Stator und die Öffnungen im Rotor durch Schlitz in der Wand zylindrischer Hülsen gebildet. Die Länge der Schlitz kann hierbei in Längsrichtung beliebig variiert werden, ohne daß dadurch das Schaltverhalten des Signalgebers beeinflusst wird. Auf diese Weise ist es möglich, den Schaltquerschnitt des Signalgebers im Verhältnis zu seinem Durchmesser groß zu bemessen und in einem wei-

ten Bereich an die jeweiligen Erfordernisse anzupassen. Das erfindungsgemäße Gerät läßt sich daher sowohl in kleinkalibrigen als auch in großkalibrigen Bohrsträngen einsetzen. Durch die Anordnung des Signalgebers am unteren Ende des Gerätegehäuses wird weiterhin ermöglicht, daß der Signalgeber von außen angeströmt und der Abstrom im Zentrum ohne erneute Umlenkung nach unten geführt werden kann. Hierbei bewirkt die Anordnung der Schlitze, daß die Bohrspülung in der Durchgangsstellung radial nach innen in die Bohrung der Rotorhülse in Strahlen eintritt, die aus entgegengesetzten Richtungen im Winkel aufeinandertreffen und sich dadurch gegenseitig ablenken. Auf diese Weise werden Abrasionen sowohl an der Statorhülse als auch an der Rotorhülse weitgehend vermieden und eine lange Standzeit dieser Bauelemente erreicht. Die Anordnung des Signalgebers am unteren Ende des Gehäuses hat weiterhin den Vorteil, daß der Signalgeber jeweils unabhängig von der von der Meßausrüstung abhängigen Gehäuselänge und auch unabhängig von der Zusammensetzung des Bohrstrangs in den im Bohrstrang vorgesehenen Bypassring eingesetzt und dort fixiert werden kann. Die seither üblichen Anpassungsmaßnahmen können daher entfallen. Die Anordnung ermöglicht weiterhin eine bauliche Vereinfachung, indem an das untere Ende der Statorhülse eine Führungshülse angebracht ist, die in ihrer Mantelfläche eine mit einem Orientierungskeil des Bohrstrangs zusammenwirkende Ausnehmung und eine entriegelbare Sperrklinke zur Arretierung im Bohrstrang aufweist. Die Bohrung der Führungshülse schließt sich unmittelbar an die Bohrung der Rotorhülse an, so daß ein ungehinderter Abstrom aus dem Signalgeber gewährleistet ist.

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Signalgebers hat weiterhin den Vorteil, daß die Lagerung der Rotorhülse keinen nennenswerten Belastungen ausgesetzt ist. Die in der Drosselstellung auf die Rotorhülse einwirkenden radialen Kräfte sind aufgrund der symmetrischen Anordnung der Schlitze ausgeglichen. In axialer Richtung treten keine nennenswerten Kräfte auf, da die Druckbelastung an den Stirnflächen der Rotorhülse im wesentlichen gleich bleibt. Auf eine aufwendige Lagerung der Rotorhülse kann daher verzichtet werden. Vielmehr hat es sich erfindungsgemäß als vorteilhaft erwiesen, wenn die Rotorhülse mit ihrem offenen Ende unmittelbar in der Statorhülse und mit ihrem geschlossenen Ende auf einer Antriebswelle gelagert ist, die mit der Rotorhülse durch eine Steckkupplung drehfest verbunden ist. Die Lagerung der Rotorhülse in axialer Richtung kann unmittelbar an den Stirnflächen der sich an die Statorhülse anschließenden Bauteile erfolgen. Die einfache Lagerung der Rotorhülse ermöglicht darüberhinaus ein einfaches Auswechseln der einem Verschleiß unterworfenen Bauteile des Signalgebers, nämlich der Rotorhülse, der Statorhülse und evtl. der Führungshülse. Erfindungsgemäß kann die Auswechselbarkeit auf einfache Weise dadurch erreicht werden, daß die Statorhülse an beiden Enden der Hülsebohrung ein Innengewinde aufweist und mit einem Ende auf einen das Lagergehäuse der Antriebswelle bildenden Gehäuseabschnitt und mit ihrem anderen Ende auf das mit einem Außengewinde versehene Ende der Führungshülse aufgeschraubt ist. Zum Auswechseln von Rotorhülse und Statorhülse genügt es hierbei die beiden Gewindeverbindungen an den Enden der Statorhülse zu lösen.

Um zu vermeiden, daß die Rotorhülse durch größere Feststoffpartikel, die in der Bohrspülung enthalten sind,

blockiert werden kann, haben nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung die Schlitze in der Rotorhülse eine größere Breite als die Schlitze in der Statorhülse. Zusätzlich kann vorgesehen sein, daß die Breite der Schlitze sowohl in der Statorhülse als auch in der Rotorhülse in Strömungsrichtung etwas zunimmt. Hierdurch ist sichergestellt, daß Feststoffpartikel, die die Schlitze in der Statorhülse passieren können, dort nicht hängen bleiben und auch die Schlitze in der Rotorhülse passieren und die Drehbarkeit der Rotorhülse nicht beeinträchtigen. Zur Aufnahme größerer Feststoffpartikel, die von den Schlitzen der Statorhülse zurückgehalten werden, kann erfindungsgemäß im Bohrstrang ein Ringraum ausgebildet sein, der sich bis zum unteren Ende der Statorhülse erstreckt. Feststoffpartikel, die die Schlitze passieren, können ungehindert aus dem nach unten offenen durch die Bohrung von Rotorhülse und Führungshülse gebildeten Abstromkanal austreten.

Der Antrieb der Rotorhülse erfolgt vorzugsweise durch einen in seiner Drehrichtung umsteuerbaren Rotationsmotor, wie in der DE 41 26 249 A1 beschrieben ist. Der erfindungsgemäße Signalgeber kann aber auch mit Vorteil in Verbindung mit anderen, beispielsweise kontinuierlich drehenden Antrieben und hierfür geeigneten Steuerungen zur Signalerzeugung verwendet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines Bohrstrangs mit dem darin angeordneten, den Signalgeber und seinen Antrieb enthaltenden unteren Endabschnitt eines erfindungsgemäßen Bohrlochmeßgeräts,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen weiteren sich an den Abschnitt gemäß Fig. 1 anschließenden Abschnitt des Bohrstrangs und des Meßgeräts und

Fig. 3 einen vergrößert dargestellten Querschnitt durch den Signalgeber in der durch die Linie A-B in Fig. 1 angegebenen Ebene.

Das in der Zeichnung nur teilweise dargestellte Bohrlochmeßgerät 1 weist ein aus mehreren miteinander verschraubten Gehäuseteilen bestehendes Gehäuse 2 auf, welches die Form eines langgestreckten, zylindrischen Stabes hat, in dem die einzelnen Aggregate, wie Meßaufnehmer, Meßumformer, Signalerzeuger, Signalgeber und Energiespeicher angeordnet sind. In den Fig. 1 und 2 ist nur der untere Endbereich des Meßgeräts 1 ersichtlich, der den Signalgeber und seinen Antrieb enthält.

Das Gehäuse 2 hat an seinem oberen, nicht dargestellten Ende einen Fanghaken, an dem es mit Hilfe eines Greifers gehalten und an einem Seil in einen Bohrstrang 3 bis zu der dargestellten Endposition eingefahren oder bei Bedarf aus diesem wieder herausgezogen werden kann. Der Außendurchmesser des Gehäuses 2 ist kleiner als der Innendurchmesser der Bohrrohre des Bohrstrangs 3, so daß zwischen dem Gehäuse 2 und der Wand der Bohrrohre ein Ringraum verbleibt, durch den die durch den Bohrstrang gepumpte Bohrspülung zum Bohrmeißel gelangt. Mit Hilfe von Führungsleisten wird das Gehäuse 2 in den Bohrrohren zentriert.

Der in Fig. 1 dargestellte Endabschnitt des Meßgeräts 1 enthält einen hydromechanischen Signalgeber 4, der aus einer in das Gehäuse 2 integrierten Statorhülse 5 und einer in der Bohrung der Statorhülse 5 drehbar angeordneten Rotorhülse 6 besteht. Der Außendurchmesser der Statorhülse 5 ist an den Außendurchmesser des Gehäuses 2 angeglichen. Das obere Ende 7 der Sta-

torhülse 5 ist mit einem in der Hülsenbohrung ausgebildeten Innengewinde auf einen mit einem Außengewinde versehenen Abschnitt 8 kleineren Durchmessers des Gehäuses 2 aufgeschraubt. In das untere, ebenfalls mit einem Innengewinde versehene Ende 9 der Statorhülse 5 ist eine Führungshülse 10 eingeschraubt. Die Rotorhülse 6 ist zwischen der Stirnfläche 11 des Abschnitts 8 und der Stirnfläche 12 der Führungshülse 10 angeordnet und an diesen in axialer Richtung gelagert. Die Stirnfläche 12 und die mit dieser zusammenwirkende Gegenfläche der Rotorhülse 6 sind zur Verbesserung der Abdichtung mit einer Stufe versehen. Die Hülsenbohrungen der Rotorhülse 6 und der Führungshülse 10 haben den gleichen Innendurchmesser. Das obere Ende 13 der Rotorhülse 6 ist durch eine Wand verschlossen und weist eine nach außen offene Kupplungsbohrung 14 auf, in die das als Kupplungszapfen 15 ausgebildete Ende einer Antriebswelle 16 drehfest und in radialer Richtung spielfrei eingreift. Auf diese Weise bildet die Abtriebswelle 16 die radiale Lagerung für das Ende 13 der Rotorhülse 6. Die Antriebswelle 16 ist durch zwei Wälzlager 17 gelagert, die in einer von dem Abschnitt 8 des Gehäuses 2 gebildeten Kammer angeordnet sind. Die Antriebswelle 16 ragt durch eine Bohrung aus dem Abschnitt 8 heraus und ist in der Bohrung mit Hilfe eines Dichtrings 18 abgedichtet. Das der Stirnfläche 10 benachbarte Ende der Rotorhülse 6 ist auf seiner Mantelfläche mit einer erhabenen, ringförmigen Lagerfläche versehen, die mit der Bohrungsfläche der Statorhülse ein Gleitlager bildet.

In der Wand der Statorhülse 5 sind in symmetrischer Anordnung Durchgänge 19 vorgesehen, die als sich in Achsrichtung erstreckende Schlitzte ausgebildet sind. Zwischen den Durchgängen 19 befinden sich geschlossene Wandabschnitte 20, deren Breite deutlich größer ist als die Breite der Durchgänge 19. Die an den Schmalseiten der Durchgänge 19 vorgesehenen Endflächen sind entsprechend dem Strömungsverlauf geneigt. In der dargestellten Position der Rotorhülse 6 liegen den Durchgängen 19 die Wand der Rotorhülse 6 durchdringende Öffnungen 21 gegenüber, die ebenfalls als achsparallele Schlitzte ausgebildet sind. Die Öffnungen 21 sind durch geschlossene Wandabschnitte 22 voneinander getrennt. Die Breite der Öffnungen 21 ist etwas größer als die Breite der Durchgänge 19. Ihre Länge stimmt mit der Länge der Durchgänge 19 überein, wobei die Endflächen an den Schmalseiten der Öffnungen 21 ebenfalls in Strömungsrichtung geneigt sind. Die Breite der Wandabschnitte 22 ist so groß bemessen, daß durch eine Drehung der Rotorhülse 6 um einen vorgegebenen Winkel die Durchgänge 19 durch die Wandabschnitte 22 völlig verschließbar sind.

Das der Rotorhülse 6 entgegengesetzte Ende der Antriebswelle 16 ist durch eine Kupplung 23 mit der Ausgangswelle 24 eines Antriebsaggregats verbunden, das aus einem Reduziergetriebe 25 und einem Gleichstrommotor 26 besteht. Zur Signalerzeugung ist der Gleichstrommotor 26 mit wechselnder Stromrichtung ansteuerbar, wodurch er periodisch seine Drehrichtung ändert und die Rotorhülse abwechselnd in die dargestellte Durchgangsstellung oder eine Drosselstellung bewegt, in der die Wandabschnitte 22 die Durchgänge 19 und die Wandabschnitte 20 die Öffnungen 21 abdecken.

Für die durchzuführenden Messungen ist eine genaue Positionierung des Meßgeräts 1 in dem Bohrstrang 3 erforderlich. Der Bohrstrang enthält hierzu einen Orientierungsabschnitt 27, in dem sich ein nach innen ragender Orientierungskeil 28 befindet. Über dem Orientie-

rungskeil 28 ist in dem Orientierungsabschnitt 27 durch eine Einschnürung ein Bypassring 29 mit achsparallelen Bypassbohrungen 30 und einer mit einer Stufe 31 versehenen, zentralen Aufnahmebohrung 32 ausgebildet. Zur Ausrichtung und Fixierung des Meßgeräts 1 in dem Orientierungsabschnitt 27 dient die Führungshülse 10. Die Führungshülse 10 ist an ihrem unteren Ende mit einer Spitze 33 mit zwei entgegengesetzt geneigten, gekrümmten Keilflächen 34 versehen, die zu einem achsparallelen Schlitz 35 führen. Neben dem Schlitz 35 weist die Führungshülse zwei federnde Rastklinken 36 auf, die zum Festhalten der Führungshülse 10 in dem Orientierungsabschnitt 27 dienen. Wird das Meßgerät 1 in dem Bohrstrang 3 abgesenkt, so gelangt die Spitze 33 nach dem Passieren der Aufnahmebohrung 32 in Kontakt mit dem Orientierungskeil 28 und bewirkt eine Drehung des Meßgeräts 1, bis der Orientierungskeil 28 in den Schlitz 35 eindringen kann, wodurch das Meßgerät 1 in der vorgesehenen Winkelstellung im Bohrstrang 3 ausgerichtet und fixiert wird. Das Meßgerät 1 kann dann noch soweit abgesenkt werden, bis die Führungshülse 10 sich mit ihrem Ringbund 37 an der Stufe 31 des Bypassrings 29 abstützt. Bei Erreichen dieser Stellung schnappen die Rastklinken 36 radial nach außen, wobei sie mit ihren freien Enden den Bypassring 29 untergreifen und dadurch das Meßgerät 1 in seiner Einbaulage festhalten. Die Rastklinken 36 sind als bedingte Sperren ausgelegt, so daß sie mit Hilfe einer bestimmten, am Meßgerät 1 ausgeübten, nach oben gerichteten Zugkraft aus ihrer Sperrstellung radial nach innen gedrückt werden können, um das Ziehen des Meßgeräts 1 zu ermöglichen. Ein Dichtring 38 dichtet den Ringbund 37 in der Aufnahmebohrung 32 ab. Der die Statorhülse 5 über dem Bypassring 29 umgebende Ringraum 39 im Bohrstrang 3 ist in seinem Innendurchmesser erweitert und bildet eine Tasche zur Aufnahme von Feststoffpartikeln, die von der Bohrspülung mitgeführt werden.

Zur Signalerzeugung wird in dem beschriebenen Signalgeber 4 die Rotorhülse 6 mit Hilfe des Gleichstrommotors 26 ständig hin und her gedreht, so daß sie sich in ständigem Wechsel mal in der Durchgangsstellung und mal in der Drosselstellung befindet. Durch die Zahl von acht oder mehr Schlitzten ist hierbei nur ein kleiner Drehwinkel erforderlich, so daß die Belastung der Dichtung 18 an der Antriebswelle 16 und der Energiebedarf des Motors ebenfalls klein bleiben. In der Durchgangsstellung der Rotorhülse 6 kann der durch den Bohrstrang 3 geförderte Spülstrom einerseits auf der Außenseite der Statorhülse 5 entlang und durch die Bypassbohrungen 30 und andererseits durch die Durchgänge 19, die Öffnungen 21 und die Bohrungen der Rotorhülse 6 und der Führungshülse 10 nach unten zum Bohrmeißel strömen. Wird die Rotorhülse 6 in die Drosselstellung gedreht, so wird der Strömungsquerschnitt innerhalb des Signalgebers 4 gesperrt, was zu einem plötzlichen Druckanstieg in dem Spülungsstrom führt, der sich bis nach übertage fortpflanzt und dort von einem Empfänger aufgenommen werden kann. Wird die Rotorhülse 6 wieder in die Durchgangsstellung zurückgedreht, so steht dem Spülstrom erneut der gesamte Strömungsquerschnitt zur Verfügung. Der Druck sinkt wieder auf das vorherige Niveau ab, was ebenso übertage gemessen werden kann. Durch eine schnelle Folge solcher Steuerbewegungen können von dem Meßgerät erfaßte Meßsignale in digitaler Form als Druckimpulse durch die Bohrspülung nach übertage gesendet werden.

1. Bohrlochmeßgerät mit einer Einrichtung zum Übertragen von in einem Bohrloch beim Bohren gewonnener Meßdaten durch die Bohrspülung nach übertrage, mit einem langgestreckten Gehäuse, das durch das Innere eines Bohrstrangs bis zu einem vorbestimmten Ort absenkbar, dort in einer definierten Winkelposition fixierbar und wieder aus dem Bohrstrang herausziehbar ist, einem in dem Gehäuse angeordneten, hydromechanischen Signalgeber mit einem gehäusefesten Stator, der wenigstens einen Durchgang aufweist, durch den die Bohrspülung von einer stromaufwärts liegenden Seite des Stators zu einer stromabwärts liegenden Seite geleitet wird, und einem in dem Gehäuse um dessen Längsachse drehbar gelagerten, dem Stator benachbarten Rotor, der wenigstens eine mit dem Durchgang im Stator korrespondierende, durchgehende Öffnung hat und der entweder in eine Durchgangsstellung, in der die Bohrspülung den Durchgang und die mit diesem fluchtende Öffnung passieren kann, oder in eine Drosselstellung drehbar ist, in der ein geschlossener Abschnitt des Rotors den Durchfluß durch den Durchgang im Stator drosselt, und einem Motor, durch den der Rotor nach Maßgabe von zu übertragende Meßdaten bezeichnenden Signalen in gesteuerten Intervallen wiederholt von der Durchgangsstellung in die Drosselstellung und von dieser wieder in die Durchgangsstellung bewegbar ist, um in der Bohrspülung eine kodierte Serie von positiven Druckimpulsen zu erzeugen, die den Signalen entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Signalgeber (4) im unteren Ende des Gehäuses (2) angeordnet ist, wobei der Stator von einer zylindrischen, an ihrem unteren Ende offenen Statorhülse (5) und der Rotor von einer in der Bohrung der Statorhülse (5) und koaxial zu dieser angeordneten und an ihrem unteren Ende offenen, zylindrischen Rotorhülse (6) gebildet wird und die Statorhülse (5) und die Rotorhülse (6) jeweils wenigstens ein Paar diametral angeordneter, sich in Längsrichtung erstreckender Schlitze aufweisen, die den Durchgang (19) bzw. die Öffnung (21) bilden und durch die in der Durchgangsstellung die auf der Außenseite der Statorhülse (5) zugeführte Bohrspülung in die Bohrung der Rotorhülse (6) strömen und diese durch die offenen Enden von Rotorhülse (6) und Statorhülse (5) nach unten verlassen kann.
2. Bohrlochmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem unteren Ende der Statorhülse (5) eine Führungshülse (10) angebracht ist, die in ihrer Mantelfläche eine mit einem Orientierungskeil (28) des Bohrstrangs (3) zusammenwirkende Ausnehmung (35) und eine entriegelbare Rastklinke (36) zur Arretierung im Bohrstrang (3) aufweist, wobei die Bohrung der Führungshülse (10) sich unmittelbar an die Bohrung der Rotorhülse (6) anschließt, so daß ein ungehinderter Abstrom aus dem Signalgeber (4) gewährleistet ist.
3. Bohrlochmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorhülse (6) mit ihrem offenen Ende unmittelbar in der Statorhülse (5) und mit ihrem geschlossenen Ende (13) auf einer Antriebswelle (16) gelagert ist, die mit der Rotorhülse (6) durch eine Steckkupplung (14, 15) drehfest verbunden ist.

4. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerung der Rotorhülse (6) in axialer Richtung an den Stirnflächen (11, 12) der sich an die Statorhülse (5) anschließenden Bauteile (8, 10) erfolgt.
5. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorhülse (5) an beiden Enden der Hülsenbohrung ein Innengewinde aufweist und mit einem Ende auf einen das Lagergehäuse der Antriebswelle bildenden Gehäuseabschnitt (8) und mit ihrem anderen Ende auf das mit einem Außengewinde versehene Ende der Führungshülse (10) aufgeschraubt ist.
6. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze in der Rotorhülse (6) eine größere Breite als die Schlitze in der Statorhülse (5) haben.
7. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Schlitze der Statorhülse (5) und der Rotorhülse (6) in Strömungsrichtung zunimmt.
8. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bohrstrang (3) ein Ringraum (39) ausgebildet ist, der sich wenigstens bis zum unteren Ende der Statorhülse (5) erstreckt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

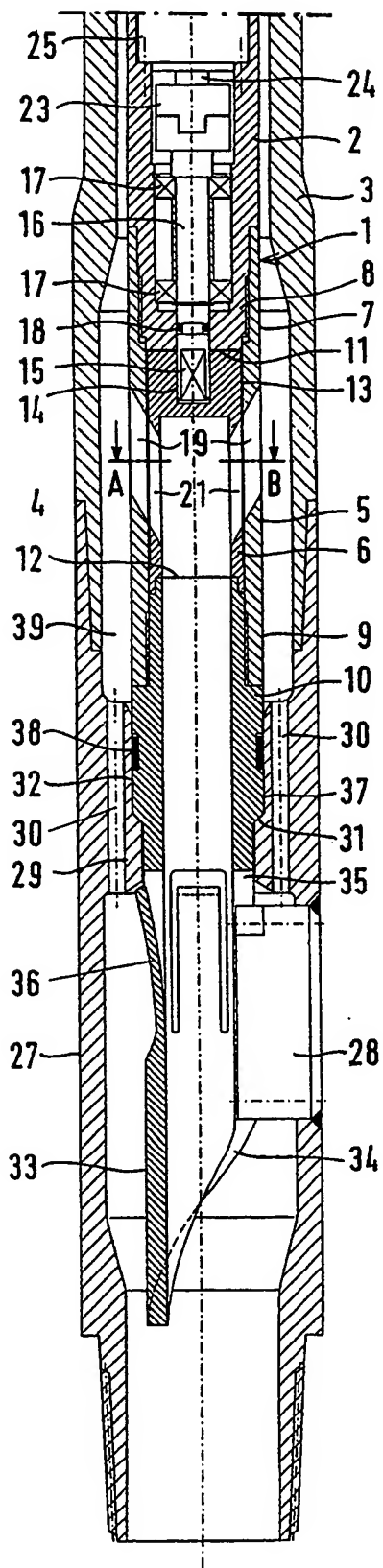


FIG. 2

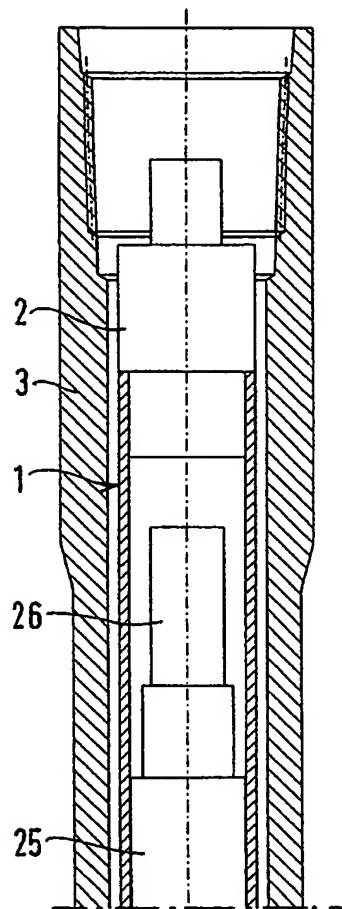
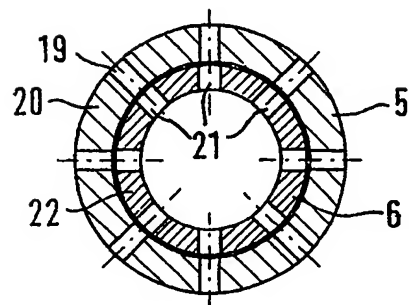


FIG. 3



19) **FEDERAL REPUBLIC
OF GERMANY**



**GERMAN PATENT AND
TRADEMARK OFFICE**

1
(12) **Unexamined Patent Application**

(51) Int. Cl.⁶:
E 21 B 47/12
//F16L 55/02

(10) **DE 196 27 719 A1**

(21) Application No.: 196 27 719.1
(22) Filed: 7/10/96
(43) Date Opened to Inspection: 1/15/98

(71) Applicant(s):
BecField Drilling services GmbH, 31234 Edemissen, DE

(74) Agent(s)
L. Haar and Coll., 61231 Bad Nauheim

(72) Inventor(s):
Winnacker, Helmut, 31303 Burgdorf, DE

(54) Borehole measuring device with a device to transmit borehole measured data

(57) In a borehole measuring device (1) with a device to transmit above ground measured data obtained from the drilling fluid in a borehole while drilling, a signal transmitter (4) is in the bottom end of the housing (2) with a stator formed by a cylindrical stator sleeve (5) open at its bottom end, and a rotor that is formed by a cylindrical rotor sleeve (6) coaxially located within the hole of the stator sleeve (5) and having an open end. The stator sleeve (5) and rotor sleeve (6) each have at least one pair of diametrically-opposed lengthwise slots that form the passage (19) or the opening (21) for the drilling fluid, and through which the drilling fluid supplied to the outside of the stator sleeve (5) when the device is in open position can flow into the hole of the rotor sleeve (6) and can leave downward through the open ends of the rotor sleeve (6) and stator sleeve (5).

DE 196 27 719 A1

DE 196 27 719 A1

Description

The invention concerns a borehole measuring device with a device to transmit above ground measured data obtained from the drilling fluid in a borehole while drilling, with an elongated housing that can be lowered within a drill string to a specific location, fixed there at a specific angled position, and removed from the drill string, a hydromechanical signal transmitter in the housing with a stator fixed to the housing that has at least one passage through which the drill fluid is guided from an upstream side of the stator to a downstream side, and a rotor neighboring the stator that is rotatably mounted in the housing along its lengthwise axis and has at least one continuous opening corresponding with the passage in the stator, and such that either can be rotated into an open position in which the drilling fluid can pass through the passage and the opening flush with it, or into a closed position in which a closed section of the rotor throttles the flow through the passage in the stator, and a motor by means of which the rotor can be repeatedly moved at controlled intervals from open position into closed position and back by signals from the measured data to be transmitted to generate in the drilling fluid a coded series of positive pressure pulses that correspond to the signals.

Devices of this kind are primarily used in directional drilling to transmit measured data above-ground from measuring devices in the drill string during drilling, and use this measured data to modify the drilling progress and direction to the desired extent.

In a device of the above-cited type disclosed in DE 41 26 249 A1, the hydromechanical signal transmitter is in the top end of the housing. The stator of the signal transmitter has a cylindrical hole running parallel to the housing axis on both sides of a disk-shaped rotor, and the holes form the passages for the drilling fluid. Downstream from the rotor, the holes terminate in outlets angled radially to the outside in the lateral surface of the housing. The prior art device has proven itself in practice. However, it has been shown that solid particles carried over by the drilling fluid cause erosion in the boreholes due to the flow velocity and the change in flow direction caused by the required angle of the outlet holes, and this limits the useful life of the

stator. Another disadvantage of the known device is that the cross-section of the passages in the stator and the openings in the rotor required for a sufficient pressure pulse amplitude set a lower limit on the attainable outer diameter of the housing and counter a further desirable reduction of the outer diameter of the housing. Another problem of the prior art device is that the overall length of the measuring probe varies depending on the number and type of coupled measuring devices. Since the measuring probe is fixed in the drill string at its bottom end, the signal transmitter on the top end of the probe is in different positions when the overall length of the measuring probe varies.

The position of the bypass ring in the drill string surrounding the signal transmitter has therefore to be adapted and hence requires additional equipment.

Another device is known from US 33 09 656 for measuring boreholes while drilling and transmitting the measured data by generating continuous, frequency-modulated sound waves that are transmitted by the drilling fluid. This prior art device is permanently installed in the drill string, and its top end has a signal transmitter which generates the sound waves and consists of a stator sleeve with lengthwise slots, and a rotor rotatably mounted in the stator sleeve. The rotor has lengthwise grooves open at the top in its lateral surface whose bottom ends oppose the lengthwise slots in open position so that the drill fluid penetrating from above into the lengthwise grooves of the rotor can exit at the bottom ends of the lengthwise grooves through the lengthwise slots of the stator. While the rotor rotates, the lengthwise grooves are periodically closed by the wall sections of the stator between the lengthwise grooves. Sound waves of different frequencies are generated depending on the speed of rotation of the rotor. With this prior art signal transmitter as well, a specific volume flow rate is required from the signal transmitter for the generated signal to be sufficiently intense, and this volume flow rate set a lower limit for the overall cross-section of the lengthwise grooves in the rotor and hence the diameter of the rotor. By diverting the direction of flow of the drilling fluid at the bottom end of the lengthwise grooves, erosion also arises that restricts the life of the rotor.

The invention is based on the task of creating a borehole measuring device of the initially-cited

type that is distinguished by a small housing outer diameter and a comparatively high volume flow rate of the signal transmitter. Furthermore, the task of the invention is to avoid abrasion and erosion by suitably designing the flow paths, especially in order to increase the life of the signal transmitter components. Finally, the invention seeks to make it unnecessary to adapt the drill string to different lengths of the structural housing.

According to the invention, this task is solved by locating the signal transmitter in the bottom end of the housing, and the stator is formed by a cylindrical stator sleeve, and the rotor is formed by a cylindrical rotor sleeve within the hole of the stator sleeve and coaxial to it, and the stator sleeve and rotor sleeve each have at least one pair of diametrically-opposed lengthwise slots that form the passage or the opening for the drilling fluid, and through which the drilling fluid supplied to the outside of the stator sleeve when the device is in open position can flow into the hole of the rotor sleeve open at the bottom.

With the measuring device according to the invention, the passages in the stator forming the switching cross-section and the openings in the rotor are formed by slots in the wall of cylindrical sleeves. The longitudinal length of the slots can be varied as desired without affecting the switching performance of the signal transmitter. This enables the switching cross-section of the signal transmitter to be large in relation to its diameter and to be adapted to respective requirements in another area. The device according to the invention can be used both in small-caliber and large-caliber drill strings. Locating the signal transmitter at the bottom end of the device housing further enables the signal transmitter to be contacted with fluid from outside, and the outflow in the center can be guided downward without being diverted. The arrangement of the slots enables the drilling fluid to pass radially inward and enter the hole of the rotor sleeve in jets when the system is in open position, and the jets contact each other from opposite directions at an angle and thereby deflect each other. This largely prevents abrasion of the stator sleeve and rotor sleeve and extends the life of these components. An additional advantage of arranging the signal transmitter at the bottom end of the housing is that the signal transmitter can be inserted and fixed in the bypass ring within the drill string independently of the housing length determined by the measuring equipment, and independently of the composition of the drill string. The conventional adaptation measures can therefore be

discarded. The arrangement also allows the design to be simplified by affixing a guide sleeve to the bottom end of the stator sleeve whose lateral surface has a cut-out that interacts with an orientation wedge of the drill string, and an unlockable catch to hold it in the drill string. The hole of the guide sleeve directly abuts the hole of the rotor sleeve to ensure an unhindered discharge from the signal transmitter.

Another advantage of the design of the signal transmitter according to the invention is that the rotor sleeve bearing is not exposed to any major loads. The radial force acting on the rotor sleeve in closed position is compensated by the symmetrical arrangement of the slots. No significant force arises in an axial direction, since the pressure on the faces of the rotor sleeve remains essentially the same. A complex rotor sleeve bearing is therefore unnecessary. It has instead proven to be advantageous according to the invention when the open end of the rotor sleeve is directly mounted in the stator sleeve and its closed end is mounted on a drive shaft that is non-rotatably connected to the rotor sleeve by a plug-in connection. In an axial direction, the rotor sleeve can be directly mounted onto the faces of the components following the stator sleeve. The simple bearing system of the rotor sleeve also makes it easy to exchange the components of the signal transmitter that are subject to wear, i.e., the rotor sleeve, stator sleeve and guide sleeve. According to the invention, exchangeability is easily achieved when the stator sleeve has an inner thread on both ends of the sleeve hole, and one end is screwed onto a housing section forming the bearing housing of the drive shaft, and its other end is screwed onto the end of the guide sleeve provided with an outer thread. The two threaded connections on the ends of the stator sleeve only have to be unscrewed to exchange the rotor sleeve and guide sleeve.

To prevent the rotor sleeve from being obstructed by large solid particles in the drilling fluid, the invention also proposes making the slots in the rotor sleeve wider than the slots in the stator sleeve. In addition, the width of the slots in the stator sleeve and rotor sleeve can also increase slightly in the direction of flow. This ensures that solid particles that can flow through the slots in the stator sleeve will not be trapped there, and can also flow through the slots in the rotor sleeve and not impair the rotation of the rotor sleeve. In order to capture larger solid particles that may be held in the slot of the stator sleeve, an annular gap can be provided according to the invention in the drill string that extends to the bottom end of the stator sleeve. Solid particles

that flow through the slots can exit unhindered out of the discharge channel open at the bottom through the hole formed by the rotor sleeve and guide sleeve.

The rotor sleeve is preferably driven by a rotary motor whose direction of rotation can be switched as described in DE 41 26 249 A1. The signal transmitter according to the invention can also be advantageously used with other, e.g., continuously rotating drives and suitable controls to generate a signal.

The invention will be further explained below with reference to an exemplary embodiment that is portrayed in the drawing. The following are shown:

Fig. 1 Lengthwise section of a section of a drill string with a bottom end section of a borehole measuring device containing the signal transmitter and its drive,

Fig. 2 Lengthwise section of another section of the drill string and measuring device connected to the section in Fig. 1, and

Fig. 3 Enlarged cross-section of the signal transmitter in the plane indicated by line A-B in Fig. 1.

The borehole measuring device 1 partially shown in the drawing has a housing 2 consisting of several screwed-together housing parts having the shape of an elongated, cylindrical rod containing the individual aggregates such as a measuring sensor, measuring transducer, signal generator, signal transmitter, and energy storage. In Figs. 1 and 2, only the bottom end of the measuring device 1 can be seen that contains the signal transmitter and its drive.

The top end (not shown) of the housing 2 has a hook that can hold it with the aid of a grab, and it can be inserted in a drill string 3 on a cable to the portrayed end position, or pulled out as needed. The outer diameter of the housing 2 is smaller than the inner diameter of the casing pipes of the drill string 3 so that an annular gap remains between the housing 2 and the wall of the casing pipes through which the drilling fluid pumped through the drill string can reach the drilling tool.

Guide strips help center the housing 2 in the casing pipes.

The end section of the measuring device 1 shown in Fig. 1 contains a hydromechanical signal transmitter 4 that consists of a stator sleeve integrated in the housing and a rotor sleeve rotatably mounted in the hole of the stator sleeve 5. The outer diameter of the stator sleeve 5 is adapted to the outer diameter of the housing 2. The inner thread in the sleeve hole at the top end 7 of the stator sleeve 5 is screwed to a section 8 with an outer thread whose diameter is smaller than that of the housing 2. A guide sleeve 10 is screwed into the bottom end 9 of the stator sleeve 5 that also has an inner thread. The rotor sleeve 6 is between the face 11 of section 8 and the face 12 of the guide sleeve 10, and is axially mounted in the guide sleeve. The face 12 and counter-surface of the rotor sleeve 6 that interacts with it are provided with a step to improve the seal. The sleeve holes of the rotor sleeve 6 and guide sleeve 10 have the same inner diameter. The top end 13 of the rotor sleeve 6 is sealed by a wall and has a coupling hole 14 open to the outside into which the end of a drive shaft 16 designed as a coupling pin 15 engages without play or rotation in a radial direction. The drive shaft 16 thereby forms the radial bearing for the end 13 of the rotor sleeve 6. The drive shaft 16 is supported by two rolling bearings 17 that are in a chamber formed by the section 8 of the housing 2. The drive shaft 16 extends through a hole out of the section 8 and is sealed in the hole by means of a sealing ring 18. The end of the rotor sleeve 6 neighboring the face 10 has an raised, annular bearing surface on its lateral surface that forms a friction bearing with the hole surface of the stator sleeve.

The wall of the stator sleeve 5 has symmetrical passages 19 that are designed as axial slots. Between the passages 19 are closed wall sections 20 whose width is much larger than the width of the passages 19. The end surfaces on the narrow sides of the passages 19 are angled according to the direction of flow. In the portrayed position of the rotor sleeve 6, openings 21 penetrating the wall of the rotor sleeve 6 are opposite the passages 19, and the openings are also designed as axially-parallel slots. The openings 21 are separated from each other by closed wall sections 22. The width of the openings 21 is somewhat larger than the width of the passages 19. Their length corresponds with the length of the passages 19, and the end surfaces on the narrow sides of the openings 21 are also angled in the direction of flow. The width of the wall sections 22 is such that the passages 19 can be completely closed by the wall sections 22 when the rotor

sleeve 6 is rotated a given angle.

The end of the drive shaft 16 opposite the rotor sleeve is connected by a coupling 23 to the output shaft 24 of a drive assembly consisting of a reducing gear 25 and a DC motor 26. To generate the signal, the DC motor 26 can be controlled by alternating the direction of the current which causes it to periodically change its direction of rotation and alternately move the rotor sleeve into the portrayed open or closed position in which wall sections 22 cover passages 19, and wall sections 20 cover openings 21.

The measuring device 1 in the drill string 3 must be precisely positioned for measurements. The drill string contains an orienting section 27 in which there is an orienting wedge 28 that extends inward. Over the orienting wedge 28 in the orienting section 27, there is a bypass ring 29 formed by a narrowing with axially-parallel bypass holes 30, and a central receiving hole 32 with a step 31. A guide sleeve 10 serves to align and fix the measuring device 1 in the orienting section 27. The bottom end of the guide sleeve 10 has a tip 33 with two opposite-angled, curved wedge surfaces 34 that lead to an axially-parallel slot 35. Next to the slot 35, the guide sleeve has two elastic catches 36 that serve to hold the guide sleeve 10 in the orienting section 27. If the measuring device 1 is lowered in the drill string 3, the tip 33, after passing through the receiving hole 32, contacts the orienting wedge 28 and causes the measuring device 1 to rotate until the orienting wedge 28 can penetrate the slot 35 which aligns and fixes the measuring device 1 in the provided angled position in the drill string 3. The measuring device 1 can then be lowered until the ring collar 37 of the guide sleeve 10 abuts the step 31 of the bypass ring 29. When it reaches this position, the catches 36 snap radially outward, and their free ends undergrip the bypass ring 29 to hold the measuring device 1 in its installed position. The catches 36 are designed as "limited" locks so that they can be pressed radially inward out of their locked position when a specific upward force is exerted on the measuring device 1 to allow the measuring device 1 to be pulled. A sealing ring 38 seals the ring collar 37 in the receiving hole 32. The annular gap 39 in the drill string 3 surrounding the stator sleeve 5 over the bypass ring 29 has a wider inner diameter and forms a pocket to receive solid particles that are carried over by the drilling fluid.

To generate a signal, the rotor sleeve 6 is continuously moved back and forth in the described

signal transmitter 4 using a DC motor 26 so that it continuously alternates between open and closed positions. By having eight or more slots, less of a rotational angle is required so that the load on the seal 18 of the drive shaft 16 and the energy required from the motor can also be small. When the rotor sleeve 6 is in open position, the fluid flowing through the drill string 3 can run along the outside of the stator sleeve 5 and through the bypass holes 30 and the passages 19, the openings 21 and holes in the rotor sleeve 6 and guide sleeve 10 downward toward the drilling tool. If the rotor sleeve 6 is rotated into closed position, the flow cross-section is blocked within the signal transmitter 4 which causes a sudden rise in pressure of the fluid flow that is transmitted above ground and can be recorded by a receiver. If the rotor sleeve 6 is turned back into open position, the fluid stream can then pass through the open flow cross-section. The pressure again drops to its previous level which can also be measured above ground. When such control movements occur in a fast sequence, the measuring signals detected by the measuring device can be sent above ground in digital form as pressure pulses from the drilling fluid.

Claims

1. Borehole measuring device with a device to transmit above ground measured data obtained from the drilling fluid in a borehole while drilling, with an elongated housing that can be lowered through the inside of a drill string to a predetermined location, fixed there in a specific angled position and removed from the drill string, a hydromechanical signal transmitter in the housing with a stator affixed to the housing having at least one passage through which the drilling fluid is guided from an upstream side of the stator to a downstream side, and a rotor neighboring the stator rotatably mounted in the housing on the lengthwise axis of the housing, whereby the rotor has at least one passable opening corresponding with the passage in the stator that can be rotated either to an open position in which the drill fluid can flow through the passage and the opening flush with it, or to a closed position in which a closed section of the rotor throttles the flow through the passage in the stator, and a motor by means of which the rotor can be repeatedly moved from an open position into a closed position and back at controlled intervals by signals representing measured data to be transmitted to generate a coded series of positive pressure pulses in the drilling fluid that correspond to the signals, characterized in that the signal transmitter (4) is in the bottom end of the housing (2), and the stator formed by a cylindrical stator sleeve (5) open at its bottom end, and a rotor that is formed by a cylindrical rotor sleeve (6) coaxially located within the hole of the stator sleeve (5) with a bottom open end, and the stator sleeve (5) and rotor sleeve (6) each have at least one pair of diametrically-opposed lengthwise slots that form the passage (19) or the opening (21), and through which the drilling fluid in open position that is supplied to the outside of the stator sleeve (5) can flow into the hole of the rotor sleeve (6) and can exit downward through the open ends of the rotor sleeve (6) and stator sleeve (5).

2. Borehole measuring device according to claim 1, characterized in that a guide sleeve (10) is affixed to the bottom end of the stator sleeve (5) that has a cut-out (35) in its lateral surface that interacts with an orientation wedge (28) of the drill string (3), and an unlockable catch (36) to lock it in the drill string (3), whereby the hole of the guide sleeve (10) directly abuts the hole of the rotor sleeve (6) to ensure an unhindered discharge from the signal transmitter (4).

3. Borehole measuring device according to claim 1 or 2, characterized in that the open end of the rotor sleeve (6) is directly mounted in the stator sleeve (5), and its closed end (13) is mounted on a drive shaft (16) that is non-rotatably affixed to the rotor sleeve (6) by means of a plug-and-coupling (14, 15).
4. Borehole measuring device according to one of the prior claims, characterized in that the bearing of the rotor sleeve (6) is mounted in an axial direction to the faces (11, 12) of the components (8, 10) abutting the stator sleeve (5).
5. Borehole measuring device according to one of the prior claims, characterized in that the stator sleeve (5) has an inner thread at both ends of the sleeve hole, and one end is screwed onto the housing section (8) forming the bearing housing of the drive shaft, and its other end is screwed onto the guide sleeve (10) provided with an outer thread.
6. Borehole measuring device according to one of the prior claims, characterized in that the slots in the rotor sleeve (6) are wider than the slots in the stator sleeve (5).
7. Borehole measuring device according to one of the prior claims, characterized in that the width of the slots of the stator sleeve (5) and rotor sleeve (6) increase in the direction of the flow.
8. Borehole measuring device according to one of the prior claims, characterized in that an annular gap (39) is formed in the drill string (3) that extends at least to the bottom end of the stator sleeve (5).

Attached: 1 page of drawings.